

---

---

## СИСТЕМИ ТЕХНІЧНОГО ЗОРУ І ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ З ОБРОБКОЮ ТА РОЗПІЗНАВАННЯМ ЗОБРАЖЕНЬ

---

---

УДК 004.8

В.П. КОЖЕМ'ЯКО<sup>1</sup>, О.А. ПОПЛАВСЬКИЙ<sup>2</sup>, А.А. ПОПЛАВСЬКА<sup>1</sup>, А.М. САХНО<sup>1</sup>

### ТЕОРЕТИЧНІ І ПРАКТИЧНІ ЗАСАДИ СТВОРЕННЯ ПРИСТРОЮ ДЛЯ ПЕРЕТВОРЕННЯ ТА ВІДОБРАЖЕННЯ ЗОРОВИХ ОБРАЗІВ

<sup>1</sup>*Вінницький національний технічний університет,  
21021, вул. Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, Україна*

<sup>2</sup>*Державний економіко-технологічний університет транспорту,  
03049, вул. М. Лукашевича, 19, м. Київ, Україна*

**Анотація.** В даній статті розглянуто теоретичні і практичні засади створення оптоелектронного пристрою для перетворення зорових образів, детально описано розроблений пристрій для перетворення зображення, а також оптоелектронний модуль відображення інформації.

**Аннотация.** В данной статье рассмотрены теоретические и практические принципы создания оптоэлектронного устройства для преобразования визуальных образов, детально описаны разработанное устройство для преобразования изображения, а также оптоэлектронный модуль отображения информации.

**Abstract.** This article describes the theoretical and practical principles of creation optoelectronic devices for converting visual images, described in detail the developed device for converting images, and optoelectronic module display.

**Ключові слова:** оптоелектронний пристрій, зорові образи, око-процесорний тип, логіко-часові обчислювальні середовища.

#### ВСТУП

Сучасні прогресивні інформаційні технології наближаються за своїми можливостями до однієї з найважливіших науково-технічних проблем – створення на рівні людського сприйняття та мислення засобів обробки та розпізнавання зображень. Процеси інформатизації, набуваючи глобального характеру, орієнтуються не лише на традиційні підходи, тому значно актуалізуються процеси створення новітніх інформаційних технологій. Для їх подальшого розвитку необхідно створити формальні методи опису образної інформації в контексті розвитку складних систем перетворення, обробки та розпізнавання інформації. Реальною альтернативою образному комп'ютеру стали оптоелектронні логіко-часові обчислювальні середовища око-процесорного типу.

Автоматична обробка зорової інформації є одним з найважливіших напрямків в галузі штучного інтелекту. Інтерес до проблем комп'ютерної обробки визначається розширенням можливостей, як самих комп'ютерних систем, так і розробкою нових технологій обробки, аналізу та ідентифікації різних видів зображень. При цьому для створення ефективних технологій розробляються методи і алгоритми, що повинні задовольняти ряд вимог по швидкодії і точності. Зазвичай кожен алгоритм, який володіє певними характеристиками «спеціалізується» на своєму типі зображення. Тому в системах технічного зору (СТЗ) необхідне поєднання декількох методів, які вирішують одну і ту ж задачу різними способами, забезпечуючи при цьому необхідні показники по швидкодії та достовірності ідентифікації. У свою чергу для ефективного функціонування СТЗ необхідно постійне поповнення арсеналу методів і засобів попередньої обробки, стиснення зображень та побудови класифікаторів, що зумовлює необхідність відкритості зазначених систем, а також потреб в інструментарії для їх проектування [1,2].

В процесі роботи автоматизованих систем управління чітко відслідковуються три етапи. На

першому етапі вирішується задача розпізнавання ситуації чи явища, на другому етапі відповідно до критеріїв, приймається рішення, на третьому – реалізується рішення та здійснюється управління. Таким чином, системи розпізнавання є базою побудови і функціонування автоматичних та автоматизованих систем управління практично всіх класів. Обробка та розпізнавання зображень широко використовуються в різних галузях науки і техніки, де застосовують різноманітні методи обробки, ідентифікації і розпізнавання двовимірних і тривимірних зображень. Ідентифікація зображень складається з порівняння результатів аналізу описів ознак з геометричними даними об'єктів. Структурно-символьний опис містить відомості про тип і форму, положення й орієнтацію об'єкта в полі зору відеодатчиків, які використовують для зіставлення образу та ідентифікації з еталонами. Однією з центральних задач автоматизованих систем розпізнавання образної інформації є ідентифікація схожих об'єктів, які швидко рухаються у просторі в реальному часі. Однак такі складні задачі розпізнавання важко вирішити методами телевізійно-обчислювальної техніки. Оптико-електронні методи розпізнавання дуже вигідно відрізняються від інших методів і систем обробки інформації тим, що вони мають можливість побудови систем з багатоканальною обробкою динамічних зображень в реальному часі. Ці методи доцільно застосовувати з метою попередньої обробки зображень (фільтрація, виділення контуру і т.п.) для формування первинних параметрів опису вхідного образу. Для підвищення оперативності і якості такого розпізнавання необхідно ввести геометричні ознаки, які можна сформулювати із силуетного контуру зображення. [3,4]

### ОСНОВНА ЧАСТИНА

Використання світла, як носія інформації дозволить уникнути багатьох труднощів, характерних для електроніки. Світло є електрично-нейтральне, тому не має проблем з наведенням та взаємних завад. Мала довжина хвилі дозволяє вважати, що світло володіє «двовимірною» природою: за допомогою світла можна робити операції над «картинами» паралельно, тобто одночасно над великою кількістю елементів зображення. [5]

Загальна структурна схема тракту багатоканальної цифрової оптичної обробки інформації показана на рис.1.:

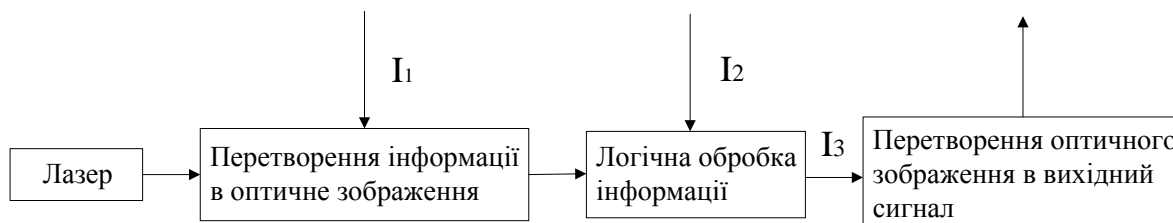


Рис.1. Загальна структурна схема багатоканальної цифрової оптичної обробки інформації

Вхідний потік інформації  $I_1$ , що підлягає обробці, перетворюється в оптичне зображення. Другий потік інформації  $I_2$  визначаючий програму обробки для  $I_1$ , поступає на блок логічної обробки. Результуючий потік інформації  $I_3$  перетворюється в вихідний сигнал. В цьому ж блоці відбувається передача зображення для подальшої обробки, а також перетворення оптичної інформації в електричний сигнал. Швидкість обробки зображення суттєво залежить від швидкості введення потоків інформації  $I_1$  та  $I_2$  в блок логічної обробки інформації [6].

В даній роботі увага буде присвячена двом блокам: перетворення оптичної інформації і відображення інформації.

Для блоку перетворення оптичної інформації була розроблена корисна модель для перетворення зображень [6].

Корисна модель відноситься до оптичної обробки інформації і обчислювальної техніки і може бути використана в оптичних пристроях розпізнавання образів і нормалізації зображень для виконання операцій зсуву, повороту й масштабування зображень.

Найбільш близьким за технічною суттю є пристрій [1], що представляє собою оптоелектронний процесор з управляючими операторами, що містить ряд голографічних постійних запам'ятовуючих пристроїв, в яких зберігаються набори операторів. Управляючі оператори зчитуються з постійної пам'яті і поступають на управляючу поверхню, тим самим задаючи вид операції, що виконується в оптичному каналі обробки інформації. Саме оптоелектронний процесор міститься в блоці пам'яті, що є основою пристрою перетворення зображень.

Недоліком є недостатня швидкодія при нормуванні зображення.

Метою даного винаходу є підвищення точності і спрощення пристрою за рахунок спеціальної синхронізації роботи блоку оптичної пам'яті.

Пристрій для перетворень зображень містить блок оптичних перетворень, блок управління та блок пам'яті.

Блок оптичних перетворень виконаний у вигляді багатоканального оптичного трансформатора з оптичними засувами, інформаційні входи і виходи блоку пам'яті, оптично пов'язані з виходами і входами багатоканального оптичного трансформатора відповідно, і є інформаційними входами й виходами пристрою. Три управляючі входи блоку пам'яті з'єднані з трьома виходами блоку управління, при цьому блок пам'яті складається з оптичних D-тригерів, кожний з яких містить перші, другі і треті фотоприймачі і світло випромінювачі. Перші виходи фотоприймачів з'єднані із шиною живлення, а їхні другі виходи підключені до перших виводів відповідних світло випромінювачів. Другі виходи яких є першим, другим і третім управляючими входами блоку пам'яті відповідно, перший вхід першого фотоприймача є інформаційним входом блоку пам'яті, а другий вхід першого фотоприймача оптично пов'язаний з виходом першого світловипромінювача, перший і другий входи другого фотоприймача оптично пов'язані з виходами першого і другого світловипромінювачів, перший і другий входи третього фотоприймача оптично пов'язані з виходами другого і третього світло випромінювачів. Вихід третього світловипромінювача є інформаційним виходом блоку пам'яті. Блок управління містить паралельний регістр, лічильник, блок збігу, входи якого з'єднані з виходами паралельного регістра та лічильника. Де перший інвертор, вхід якого підключений до встановлюючих входів лічильника та паралельного регістра, генератор імпульсів, елемент І, перший, другий і третій входи якого з'єднані з виходами першого інвертора, блока збігу й генератора імпульсів відповідно, а вихід підключений до входу лічильника, що здійснює підрахунок, перший, другий і третій елементи затримки, елемент АБО та другий інвертор, вхід якого з'єднаний з виходом елемента І, а вихід є першим виходом блока управління і підключений до входу першого елемента затримки, вихід якого є другим виходом блока управління, входи елемента АБО з'єднані із входом другого інвертора та виходом другого елемента затримки, вхід якого підключений до входу другого інвертора, а вихід елемента АБО з'єднаний із входом третього елемента затримки, вихід якого є третім виходом блока управління [6].

На рисунку 2 представлена функціональна схема пристрою.

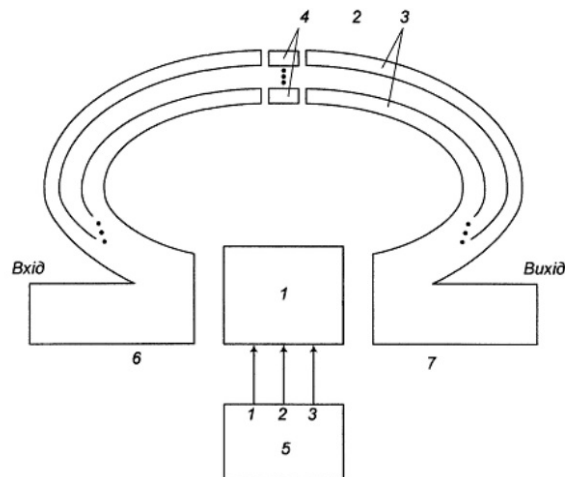


Рис.2. Функціональна схема пристрою: 1 – блок пам'яті, 2 – багатоканальний блок оптичних перетворювачів, 3 – світловолоконні трансформатори, 4 – оптичні засуви, 5 – блок керування, 6 – вхід пристрою, 7 – вихід пристрою

Пристрій містить (рис. 2) блок 1 пам'яті, побудований на основі трифазних D-тригерів з оптичними входами і виходами, багатоканального блоку 2 оптичних перетворювачів, побудованого на основі світловолоконних трансформаторів 3 і оптичних засувів 4, блок 5 керування із трьома виходами. Вхід 6 і вихід 7 блоку 1 пам'яті є входами й виходами пристрою. Одночасно ці вхід і вихід є виходом і входом багатоканального блоку 2. Блок 2 містить різні канали трансформації зображень, наприклад, канали зміни масштабу, повороту, зміщення і т.д. Всі ці операції виконуються при проходженні оптичного сигналу через відповідний канал. Вибір цього каналу здійснюється за допомогою включення одного з оптичних засувів 4. В якості засува можуть бути використані електрооптичні засуви. Кожний з елементів блоку 1 оптичної пам'яті є трифазним D-тригером. Трифазний D-тригер містить фотоприймачі

та світловипромінювачі. Всі перші виходи фотоприймачів підключені до шини живлення, а вільні виходи світловипромінювачів з'єднані з першим, другим і третім виходами блоку 5 керування. Сукупність входів фотоприймачів утворить інформаційний вхід 6 блоку 1 пам'яті, а сукупність виходів світловипромінювачів утворюють інформаційний вихід блоку 1.

Блок 5 керування (рис. 3) містить паралельний регістр 17, блок 18 співпадіння, лічильник 19, перший 20 інвертор, генератор 21 імпульсів, трьохвходовий елемент 22 І, другий 23 інвертор, перший елемент 24 затримки, другий елемент 25 затримки, елемент 26 АБО, третій елемент 27 затримки. Виходи елементів 23, 24 й 27 утворюють перший  $C_1$ , другий  $C_2$  і третій  $C_3$  виходи блоку 5 керування.

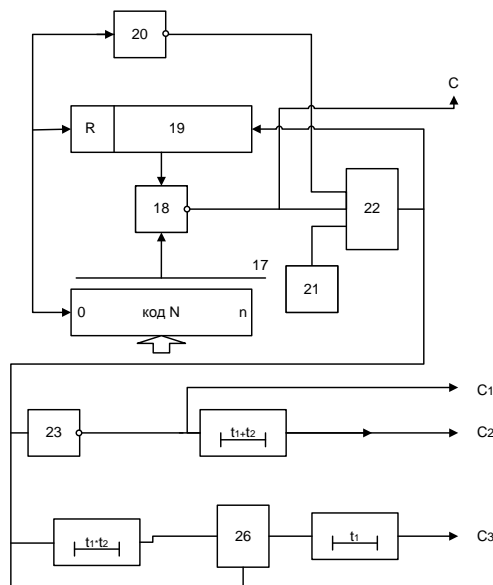


Рис.3. Блок керування

Пристрій працює наступним чином. Для налаштування пристрою на який-небудь вид перетворення вихідного зображення (наприклад, зміна масштабу) відкривається відповідний оптичний засув 4 каналу 3 зміни масштабу блоку 2. Вихідне зображення записується в блок пам'яті 1 через вхід 6. Записом, зберіганням і зчитуванням зображення управляє блок 5.

При зчитуванні зображення вихідне зображення через вихід 7 (і сполучений однойменний вхід блоку 2) знову піддається зміні масштабу й записується в блок 1. Блок 5 управляє числом циклів зміни масштабу.

Керування записом, зберіганням і зчитуванням інформації в блоці 1 здійснюється за допомогою синхросерій, що сформовані блоком 5 керування [6].

Корисна модель дозволяє відмовитися від безлічі рецепторних, граничних, випромінювальних і світлоклапанних елементів, що значно спростує конструкцію пристрою і підвищує його точність.

Після того, як ми перетворили інформацію в оптичне зображення, переходимо до блоку відображення інформації який буде представлений модулем відображення інформації [7].

Оптоелектронний модуль містить  $N$  розрядів, розташованих у рядок, де  $N=1, 2, \dots, N$ , і складається з першого надяскравого світловипромінювача, першого фотоприймача, другого й третього фотоприймачів, які включені послідовно й перші виходи яких підключені до бази транзистора, емітер якого підключений до загальної шини у всіх розрядах, крім першого і останнього. Введені перемикач, перші, другі, третій підсилювачі,  $(M-1)N$  таких же розрядів, де  $M$  - число стовпців від 1 до  $M$ , і в кожний розряд - чотири додаткових фотоприймачі, перший і другий додаткові надяскраві світловипромінювачі.

Корисна модель належить до імпульсної техніки й може бути використана в різних пристроях дискретної автоматики, у тому числі в цифрових обчислювальних машинах.

Відомий оптоелектронний модуль, що містить у кожному розряді регенеративний оптрон, що підключений до першої шини живлення, і, що складається із джерела світла, підсилювача першого, другого й третього фотоприймачів [АС СРСР № 947973, кл. H03 к23/12, 1982р.].

Недоліком даного модуля є невисока надійність через розкид часу перемикання й у зв'язку із цим труднощі вибору тривалості тактуючих імпульсів.

Найбільш близьким по технічній сутності до пропонованого є оптоелектронний модуль, що

містить  $N$  розрядів (де  $N=1, 2, \dots, N$ ) розташованих у рядок, які складаються з першого надяскравого світлодіода, першого фотоприймача, другого й третього фотоприймачів, які включені послідовно й перші виходи яких підключені до бази транзистора, емітер якого підключений до загальної шини у всіх розрядах, крім першого і останнього, другий фотоприймач оптично пов'язаний з першим надяскравим світлодіодом попереднього розряду, третій фотоприймач - з першим надяскравим світлодіодом наступного розряду, перший фотоприймач - з першим надяскравим світлодіодом свого розряду [АС СРСР № 978359, кл. H03 к 23/12, 1982р.].

Недоліком відомого пристрою є вузькі функціональні можливості через те, що він не може відображати інформацію у двовимірній системі координат. Задача корисної моделі - розширення функціональних можливостей шляхом забезпечення можливості відображення багатомірної інформації.

Поставлена задача досягається тим, що в оптоелектронний модуль, що містить  $N$  розрядів, розташованих у рядок, де  $N=1, 2, \dots, N$ , і складається з першого надяскравого світлодіода, першого фотоприймача, другого й третього фотоприймачів, які включені послідовно й перші виходи яких підключені до бази транзистора, емітер якого підключений до загальної шини у всіх розрядах, крім першого і останнього, другий фотоприймач оптично пов'язаний з першим надяскравим світлодіодом попереднього розряду, третій фотоприймач - з першим надяскравим світлодіодом наступного розряду, перший фотоприймач - з першим надяскравим світлодіодом свого розряду, уведений перемикач, перший, другий, третій підсилювачі,  $(M-1)N$  таких же розрядів, де  $M$  - число стовпців від 1 до  $M$ , і в кожному розряді - чотири додаткових фотоприймачі, перший і другий додаткові надяскраві світлодіоди, при цьому перші, другий, третій і четвертий додаткові фотоприймачі першими виходами підключені до бази транзистора, а їхні другі виходи підключені відповідно до першого замикаючого контакту перемикача, другому замикаючому контакту перемикача, до виходу другого підсилювача й виходу третього підсилювача, вхід другого підсилювача підключений до прямого виходу рахункового тригера, інверсний вихід якого підключений до входу першого підсилювача, вхід третього підсилювача підключений до входу запису інформації, другий додатковий надяскравий світлодіод підключений до перших виходів першого надяскравого світлодіода й першого додаткового надяскравого світлодіода, другі виходи яких підключені до виходів першого й другого підсилювачів відповідно, вихід другого підсилювача з'єднаний з перемикаючим контактом перемикача, треті й четверті замикаючі контакти якого підключені до других виходів других і третіх фотоприймачів відповідно, другий вихід першого фотоприймача підключений до виходу першого підсилювача, перші й другий додаткові фотоприймачі оптично пов'язані з першими надяскравими світлодіодами сусідніх нижнього й верхнього розрядів відповідно, третій додатковий фотоприймач і перший фотоприймач оптично пов'язані з першим додатковим надяскравим світлодіодом у кожному рядку, другі фотоприймачі перших розрядів, треті фотоприймачі останніх розрядів, перші додаткові фотоприймачі розрядів  $M$ -го рядка, другі додаткові фотоприймачі розрядів першого рядка оптично зв'язані відповідно з першими надяскравими світлодіодами останніх розрядів, перших розрядів, розрядів першого рядка й розрядів  $M$ -го рядка[7].

Пристрій працює наступним чином. У початковий момент всі розряди  $I_{1,1}, \dots, I_{M,N}$  у модулі перебувають в обнуленому стані, тобто індикаційні надяскраві світлодіоди 24 не випромінюють світло, а рахунковий тригер 15 перебуває в нульовому стані за рахунок подачі позитивного імпульсу на його вхід 19 скидання.

Даний модуль може працювати у двох режимах:

- 1) режим запису будь-якої інформації в модуль;
- 2) режим переносу інформації в модуль.

Пропонований модуль має перевагу в порівнянні із прототипом, що полягає в розширенні його функціональних можливостей за рахунок можливості відображати будь-яку інформацію у двовимірній системі координат, а також переміщати її в чотири сторони (вправо, вліво, вгору, вниз) без втрат. Це досягається тим, що в модуль уведений один перемикач, три підсилювачі, чотири додаткових фотоприймачі, додатковий і індикаційний надяскравий світлодіод в кожному розряді. Перемикач і фотоприймачі дозволяють зміщати записану інформацію в кожен із чотирьох сторін. Підсилювачі уведений для того, щоб забезпечувати живленням будь-яку кількість розрядів, тому що виходи рахункового тригера мають обмежений струм, який є достатнім тільки для забезпечення обмеженого числа розрядів, а підсилювач дозволяє забезпечити всі розряди, що входять у модуль. Перші додаткові надяскраві світлодіоди дозволяють зрушувати будь-яку інформацію, а другі додаткові надяскраві світлодіоди - індикаційні - дозволяють відображати її. Крім того, пристрій має

перевагу, що полягає в підвищенні його надійності функціонування, пов'язане з тим, що перемикання кожного наступного регенеративного оптрону не залежить від тривалості самих імпульсів, а отже, зникають труднощі попереднього індивідуального вибору й підбору тривалості імпульсів[7].

Таким чином, у процесі функціонування даного пристрою виключається можливість помилкового спрацювання регенеративних оптронів через те, що процесом перемикання оптронів керує рахунковий тригер.

### ВИСНОВКИ

В даній науково-дослідній роботі було вирішене питання поєднання теоретичних і практичних засад для створення пристрою для перетворення та відображення зорових образів, проаналізовано та розроблено корисні моделі, які дозволяють відмовитися від безлічі рецепторних, граничних, випромінювальних і світлоклапанних елементів, що значно спрощує конструкцію пристрою і підвищує його точність, а також у процесі функціонування даного пристрою виключається можливість помилкового спрацювання регенеративних оптронів через те, що процесом перемикання оптронів керує рахунковий тригер.

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Кормановський С.І. Око-процесорна обробка та розпізнавання образної інформації за геометричними ознаками. Монографія / Кожем'яко В.П.– УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2008. –141с.
2. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. – М.: Техносфера, 2005. – 1072 с.
3. Кожем'яко В. П. Оптоэлектронный матричный процессор для предварительной обработки изображений // Всесоюзная конф. по методам и микроэлектрон. устройствам цифр. преобр. и обработки информации “Микропроцессоры-85”. – М.: Ин-т электрон. техники, 1995. – Т. 2. – С. 170.
4. Форсайт Д., Понс Ж. Компьютерное зрение. Современный подход.: Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2004. – 928 с.
5. Морозов. В.Н. Оптоэлектронные матричные процессоры. М.: Радио и связь, 1986, с. 104-108.
6. Патент на корисну модель Кожем'яко В.П., Лисенко Г.Л., Поплавська А.А., Дерман Г.Ю.: «Пристрій для перетворення зображень» №53794 u200913571, Бюл. №20, 2010р., 25.10.10р.
7. Патент на корисну модель Кожем'яко В.П., Дусанюк С.В., Кожем'яко К.В., Поплавська А.А. : “Оптоэлектронный модуль відображення інформації ” № 64259 u 2010 15319, Бюл.№21, 2011р. 10.11.2011р.;

Надійшла до редакції 20.05.2014р.

**КОЖЕМ'ЯКО ВОЛОДИМИР ПРОКОПОВИЧ** – д.т.н., професор, заслужений діяч науки і техніки України, академік Академії Інженерних наук України, завідувач кафедри лазерної та оптоелектронної техніки Вінницького національного технічного університету, м.Вінниця, Україна

**ПОПЛАВСЬКИЙ ОЛЕКСАНДР АНАТОЛІЙОВИЧ** – к.т.н., старший викладач кафедри телекомунікаційних технологій та автоматики, Державний економіко-технологічний університет транспорту, м. Київ, Україна.

**ПОПЛАВСЬКА АННА АНАТОЛІЇВНА** – студентка 1 курсу магістратури кафедри лазерної та оптоелектронної техніки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, Україна.

**САХНО АНДРІЙ МИКОЛАЙОВИЧ** – студент 1 курсу магістратури кафедри лазерної та оптоелектронної техніки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, Україна.